

УДК 551.582.2

Г. А. АЛЕКСАНДРЯН

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ УЧЕТА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СОСТАВЛЕНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА

Известно, что атмосферные осадки являются одним из существенных компонентов водного баланса и что от возможно правильного их учета во многом зависит точность самого баланса. Известно также, что учет атмосферных осадков, тем более для горных территорий, является одной из труднорешаемых проблем в метеорологии и пока производится с определенной погрешностью. Величина погрешности в учете атмосферных осадков зависит от нескольких причин, основными из которых являются: точность самих приборов, измеряющих количество выпавших осадков; влияние неоднородности рядов наблюдений над осадками, связанного со сменой приборов; равномерность пространственного распределения приборов и густота их расположения. Известно также, что погрешность в учете атмосферных осадков, особенно той, которая зависит от пространственного распределения осадкомеров, увеличивается в зависимости от сложности условий рельефа и величины разности высот местности. Следовательно, изыскание способов возможно точного учета атмосферных осадков приобретает особо важное значение.

В целях характеристики допущенной погрешности в учете атмосферных осадков, зависящей от точности измеряющих приборов, нами предложен следующий способ:

$$\sigma = \frac{A}{M} 100\%$$

Здесь σ —относительная ошибка измерения,

A —абсолютная ошибка мензурки, равная 0,1,

M —математическое ожидание суточной суммы осадков, подсчитанное методом математической статистики.

Произведенные расчеты показывают, что относительная ошибка измерения количества осадков в условиях Армянской ССР за очень редким исключением не превышает 10% и колеблется в пределах от 3,9 до 8,8%, причем чем меньше математическое ожидание суточной суммы осадков, тем больше относительная ошибка измерения. Такая точность в измерении количества осадков для практических целей вполне допустима.

Для оценки допущенной погрешности, зависящей от нарушения однородности рядов наблюдений, т. е. от смены приборов, определены отношения количества осадков, измеренного осадкомерами, к количеству осадков, измеренного дождемерами по 41 пункту, где проводились параллельные наблюдения за период 1950—52 гг.

Анализ материалов параллельных наблюдений показывает, что в условиях Армянской ССР расхождения между показаниями дождемеров и осадкомеров не однозначны. Величина отношений показания осадкомера к показанию дождемера почти в равной мере как больше, так и меньше единицы, колеблясь в основном в пределах от 1,05 до 0,95. Результаты проведенного анализа позволяют заключить, что существующее мнение о сплошь приуменьшенном (не говоря о сильном приуменьшении) значении показаний дождемеров по сравнению с осадкомерами, по крайней мере в условиях Армянской ССР, не оправдывается.

Сравнение относительной ошибки измерения осадков с ошибками, зависящими от разной улавливаемости приборов, показывает, что в абсолютном большинстве пунктов вторая ошибка значительно меньше первой. Это означает, что в этих пунктах введение поправочного коэффициента для приведения рядов наблюдений к однородности не имеет смысла. В 6 пунктах из 41 величина ошибки, зависящей от разной улавливаемости приборов, несколько больше по сравнению с относительной ошибкой измерения, но она меньше, чем двукратное ее значение. Учитывая, что относительная ошибка измерения осадков может быть разных знаков и что они могут складываться, получается, что в этих 6 пунктах величина ошибки, зависящей от разной улавливаемости приборов по абсолютной величине, будет меньше, чем максимально возможная относительная ошибка, допускаемая при измерении осадков. Значит и в этих 6 пунктах, по сути дела, не имеет смысла введение поправочного коэффициента. Подтверждением сказанному могут служить графики зависимости между фактически измеренными осадками и осадками с учетом разной улавливаемости приборов, построенные для разных скоростей ветра. Как видно из графиков, линии зависимости проходят почти по биссектрисе [1, 2].

Резюмируя сказанное, приходим к выводу, что приведение рядов наблюдений к однородности необходимо только в том случае, когда ошибка, вызванная разной улавливаемостью, превышает двукратную величину относительной ошибки, допускаемой при измерении осадков. Таких случаев по Армении оказалось только 4, что в общей массе материалов практического значения не может иметь.

В целях оценки влияния пространственного распределения приборов и их густоты на точность характеристики осадков, ниже приведена таблица густоты пунктов наблюдений над осадками по отдельным высотным зонам и в целом по республике.

Анализ материалов этой таблицы показывает, что территория Армянской ССР по всем высотным зонам достаточно хорошо освещена наблюдениями над осадками. Исключением являются самые высокогорные зоны, площадь которых составляет всего лишь 0,16% всей территории республики, что не может иметь сколько-нибудь ощутимого практического значения. Несколько хуже обстоит дело с освещенностью регулярными наблюдениями высотной зоны 3000—2500 м, площадь которой

	Более 4000 м	4000—3500 м	3500—3000 м	3000—2500 м	2500—2000 м	2000—1500 м	1500—1250 м	1250—1050 м	1050—850 м	850—650 м	Менее 650 м	Сумма
Число пунктов	—	—	2	—	28	70	26	13	19	13	4	172
Площадь в кв. км.	0,8	49,7	866	3188	9350	8172	2915	2046	2224	764	142	29717
Площадь на 1 пункт	—	—	433	—	334	117	112	158	139	59	36	173

менее одной десятой всей площади. Этот пробел частично восполняется отрывочными данными наблюдений суммарных осадкомеров. Средняя густота пунктов наблюдений по республике, как это видно из данных приведенной выше таблицы, составляет 173 кв. км, что в два раза больше, чем в Азербайджанской ССР и 1,2 раза больше, чем в Грузинской ССР.

Известно, что для исследования водного баланса территории, особенно горных стран, исключительно большое значение приобретает увязка отдельных компонентов водного баланса. В этой связи крайне важно установление дифференцированной связи как между осадками и высотой, так и между стоком и высотой.

Естественно, что в силу слабой освещенности высокогорных зон некоторых стран построение дифференцированной связи между указанными элементами и высотой сильно затрудняется благодаря значительной, часто необоснованной, экстраполяции. Это обстоятельство, по мнению некоторых исследователей [4], служит основанием прибегнуть к косвенному подсчету данных по осадкам для отдельных высотных зон, используя для этой цели данные по стоку рек. Такой подход к решению вопроса они мотивируют тем, что, во-первых, гидрологическая изученность территории распространяется на большие высоты, чем метеорологическая изученность, что, по их мнению, не дает возможности построения достоверных дифференцированных связей между осадками и высотой по данным метеорологических станций; во-вторых, что точность измерения количества осадков приборами якобы меньше, чем подсчет их по данным стока рек.

В целях характеристики освещенности по осадкам отдельных высотных зон и выявления возможности построения дифференцированных связей между осадками и высотой в условиях Армянской ССР, нами подсчитана разность средних высот отдельных водосборов и высот метеорологических станций, расположенных в этих бассейнах рек.

Анализ материалов показывает, что в большинстве случаев (51%) разность средних высот водосборов, т. е. средних высот гидрологически изученной территории и высот метеорологических станций колеблется в пределах до 500 м, в 34% случаев она колеблется в пределах 500—800 м и только в 9 бассейнах, т. е. в 15% случаев разность высот превышает 800 м. Следует отметить, что в 5 бассейнах из 9 разность высот

колеблется в пределах 800—1000 м. Характерным является то, что максимальная разность высот гидрологически и метеорологически изученных территорий не превышает 1200 м.

Резюмируя, нетрудно заключить, что в Армянской ССР между средними высотами гидрологически изученных бассейнов и высотами метеорологических станций особой разницы не наблюдается. Более того, максимальная величина этой разности находится в пределах применяемой при гидрологическом изучении [4].

Что касается вопроса применения данных по стоку для суммарной характеристики осадков в горах уместно привести результаты исследования О. А. Дроздова [5]. В результате своих многолетних исследований О. А. Дроздов приходит к выводу, что для засушливых районов порядок величины навязки между стоком, осадками и испарением получается менее определенный, что и затрудняет использование данных по стоку для характеристики осадков. Далее он указывает, что использование стока для вычисления осадков в горах возможно в тех случаях, когда осадки и сток находятся в вопиющем противоречии, при условии, что метеорологические станции освещают лишь долины рассматриваемой горной страны, а данные по стоку дают станции, расположенные на высотах того же порядка. Сток практически удастся использовать лишь при условии, что в горах выпадают осадки не менее 700—1000 мм. При малом количестве осадков расчет количества осадков по стоку становится весьма неточным.

Если к выводам О. А. Дроздова добавить и ошибки в определении величины самого стока, которые зависят от:

1) недостаточно точного определения площади бассейна водосбора или профиля поперечного сечения реки в месте замера расходов;

2) стекания аномально больших или, наоборот, малых количеств воды в связи с режимом осадков предшествующих лет и задержкой воды в бассейнах (такое явление часто может наблюдаться в горных речных бассейнах);

3) переход части воды с одного речного бассейна в другой подземным путем;

4) точности учета забираемой на орошение воды и т. д., то станет вполне очевидным неопределенность порядка величины навязки между стоком, осадками и испарением, тем более в условиях Армянской ССР, где среднее количество атмосферных осадков в целом по всей республике составляет 550—600 мм в год, колеблясь от 250—300 мм в низменных участках Араратской котловины, Ехегнадзорского района и крайнего юго-востока, до 600—800 мм в горах до высоты 3000 м над уровнем моря. Несколько большее количество осадков (порядка 900—1000 мм) выпадает в самых высокогорных участках Арагацкого горного массива, Гегамского и Зангезурского хребтов, площадь которых не превышает 1—1,5% всей территории республики.

Сказанное выше дает основание полагать, что территориальное распределение осадков в горной и даже высокогорной части Армянской

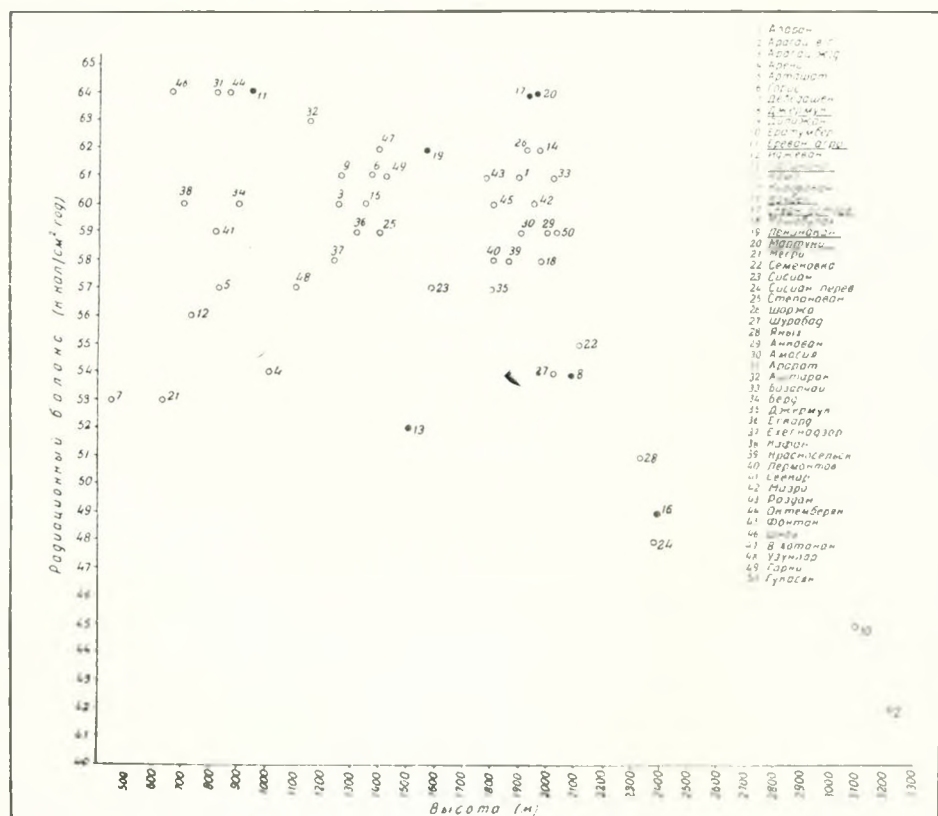
ССР может быть охарактеризовано (на основании дифференцированной связи между осадками и высотой) с достаточной точностью и потому нет необходимости для этой цели прибегнуть к данным по стоку.

Теперь, по возможности, кратко остановимся на вопросе внесения корректив в величины осадков на основе использования данных по радиационному балансу и стоку. Этот способ был применен авторами «Водного баланса Грузии» [4].

Величины радиационного баланса для отдельных высотных зон исследуемой территории, как указывают авторы «Водного баланса Грузии», снимались с кривой изменения радиационного баланса с высотой на Центральном Кавказе, построенной по данным И. И. Борзенковой [3].

Не вдаваясь в подробности выяснения вопроса о надежности дифференцированной связи радиационного баланса с высотой и, следовательно, правомерности их использования с целью внесения корректив в величины осадков для условий Грузии, укажем, что для территории Армении подобной связи не обнаруживается.

Анализ графика изменения радиационного баланса с высотой (фиг. 1), построенного как по данным наблюдаемых в 7 пунктах материалов, так и рассчитанных Р. А. Карташьяном для 43 пунктов [6], полностью подтверждает наши выводы.



Фиг. 1. Зависимость радиационного баланса от высоты местности.

Из графика легко усматривается, что в пунктах Шурабад, Анкаван, Гукасян, Базарчай, Кошабулах, Мартуни и Джермук, высоты которых колеблются в пределах 1940—2060 м, радиационный баланс меняется от 54 до 64 $\text{ккал/см}^2\text{год}$, т. е. при практически одинаковых высотах разность радиационного баланса составляет целых 10 $\text{ккал/см}^2\text{год}$. В противоположность этому в пунктах Арени и Джермук, разность в высотах которых превышает 1000 м, радиационный баланс одинаков и равен 54 $\text{ккал/см}^2\text{год}$. В пунктах же Кафан, Берд, Арагац ж/д, Кировакан, Фонтан, Мазра, высоты которых колеблются от 700 до 1940 м, т. е. в условиях разности высот, превышающей 1200 м, радиационный баланс равен 60 $\text{ккал/см}^2\text{год}$. Подобных примеров можно привести множество, однако, на наш взгляд, приведенные примеры вполне убедительно показывают отсутствие такой надежной дифференцированной связи радиационного баланса с высотой, которая могла быть использована для введения корректив в величины осадков.

В ы в о д ы

1. Относительная ошибка измерения атмосферных осадков в условиях Армянской ССР меньше или, по крайней мере, того же порядка, которая допускается при измерении стока рек.

2. Ошибка в учете атмосферных осадков, зависящая от разной улавливаемости меньше, чем относительная ошибка, допускаемая при измерении. Следовательно, в условиях Армянской ССР нет надобности приведения рядов наблюдений к однородности.

3. Данные радиационного баланса и стока рек для подсчета количества осадков в высокогорной зоне для условий республики не применимы ввиду отсутствия надежных дифференцированных связей между радиационным балансом и высотой местности.

4. Освещенность территории Армянской ССР наблюдениями над осадками по высотным зонам можно считать достаточной для построения дифференцированной связи осадков с высотой. Следовательно, нет необходимости применения косвенных, а значит и менее точных, методов подсчета количества осадков для высокогорной зоны.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.VIII.1975.

Գ. Ա. ԱԵԽԱՆԴՐՅԱՆ

ՉՐԱՅԻՆ ՀԱՇՎԵԿՇԻՐԸ ԿԱԶՄԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎ ՄԹՆՈՒՈՐՏԱՅԻՆ
ՏՆՎՈՒՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՐՔԸ

Ա. Վ. Փ. Ն. Փ. Ն. Վ.

Հոդվածում քննարկվում են միևուրրության տեղումների հաշվարկման հնարավոր սխալները և նրանց ազդեցությունը ջրային հաշվեկշիռը կազմելու ընթացքում:

Հողվածում ցույց է տրված, որ՝

1. Տեղումների չափման հարաբերական սխալը ավելի փոքր է կամ, ծալրահեղ դեպքում, համազոր է ջրային հոսքի չափման ժամանակ թույլ տրված սխալին:

2. Հաշվական ՍՍՀ-ի պայմաններում տարրեր սխտեմի տեղումաչափերի տարրեր կլանման ունակությունների հետևանքով առաջացած սխալը ավելի փոքր է, քան չափման հարաբերական սխալի մեծությունը, ուստի դիտման շարքերը համասեռության բերելու հարկ չկա:

3. Հանրապետության բարձրագույն գոտիներում մթնոլորտային տեղումների հաշվարկման համար արեգակնային ճառագայթման հաշվեկշռի և ջրային հոսքի տվյալների համատեղ օգտագործումը տնրնդունելի է, քանի որ բացակայում է բոտ բարձրության արեգակնային ճառագայթման հաշվեկշռի շատ թիչ արտահայտված դիֆերենցիալ կապը:

4. Հաշվական ՍՍՀ-ի պայմաններում ցայտուն արտահայտվում է մթնոլորտային տեղումների և տեղանքի բարձրության միջև պոչություն ունեցող դիֆերենցիալ կապը, ուստի տեղումների հաշվարկման անուղղակի մեթոդներին դիմելու հարկ չկա:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Александрян Г. А. Атмосферные осадки в Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР. Ереван, 1971.
2. Александрян Г. А. Основные черты режима атмосферных осадков в Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1966.
3. Борзенкова И. И. Об особенностях радиационного режима горных областей. Тр. ГГО. вып. 263, 1970.
4. Владимиров Л. А., Шакарашвили Д. И., Габричидзе Т. И. Водный баланс Грузии. Изд-во «Мецниереба». Тбилиси, 1974.
5. Дроздов О. А. Климат Союза советских социалистических республик Ч. V. Атмосферные осадки. Гидрометеондат, Л., 1948.
6. Карташян Р. А., Мхитарян А. М. Радиационный режим территории Армянской ССР. Тр. Закавказского ГИ, вып. 39 (45), 1970.